(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103047882 A
(43)申请公布日 2013.04.17

(21)申请号 201310010994.0

(22)申请日 2013.01.11

(71)申请人 哈尔滨工程大学
地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区南通大街 145 号哈尔滨工程大学科技处知识产权办公室

(72)发明人 范广铭 孙中宁 张东洋 徐慧强 阎昌琪 孙立成 曹夏昕 王建军 丁铭 谷海峰

(51)Int.Cl.
F28D 7/00(2006.01)
F28F 9/013(2006.01)
F28F 9/24(2006.01)
F28F 1/08(2006.01)

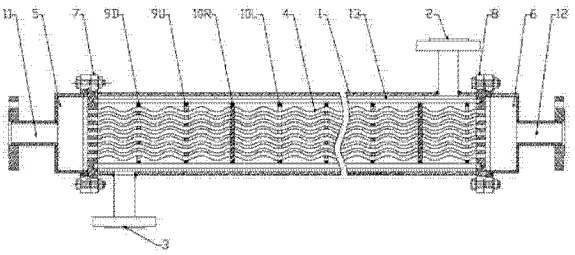
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54)发明名称

波浪管折流栅式方形换热器

(57)摘要

本发明的目的在于提供波浪管折流栅式方形换热器，包括壳体、换热管、上管板、下管板，壳体、上管板、下管板组成密闭空间，上管板左侧设置密闭的上封头，下管板右侧设置密闭的下封头，上封头上设置管侧进口，下封头上设置管侧出口，换热管安装在密闭空间里，换热管的两端分别安装在上管板和下管板里，并分别连通上封头和下封头，在壳体上上管板的右方设置壳侧出口管，下管板的左方设置壳侧进口管，壳体里安装用于支撑换热管的折流栅，折流栅包括折流圈和安装在折流圈里的支撑杆。本发明在壳程流体流经方形折流栅时会发生涡流流动及文丘里效应，使壳程流体获得良好的紊流状态，减少了横掠管束时的流动死区和漏流损失，强化了壳侧的换热。



CN 103047882 A

1. 波浪管折流栅式方形换热器，其特征是：包括壳体、换热管、上管板、下管板，壳体、上管板、下管板组成密闭空间，上管板左侧设置密闭的上封头，下管板右侧设置密闭的下封头，上封头上设置管侧进口，下封头上设置管侧出口，换热管安装在密闭空间里，换热管的两端分别安装在上管板和下管板里，并分别连通上封头和下封头，在壳体上上管板的右方设置壳侧出口管，下管板的左方设置壳侧进口管，壳体里安装用于支撑换热管的折流栅，折流栅包括折流圈和安装在折流圈里的支撑杆，上管板和下管板之间安装用于固定折流栅的拉杆。

2. 根据权利要求 1 所述的波浪管折流栅式方形换热器，其特征是：所述的折流栅包括横向折流栅和纵向折流栅，横向折流栅的支撑杆与纵向折流栅的支撑杆的夹角为 90 度，横向折流栅的支撑杆与纵向折流栅的支撑杆均与壳体的轴向垂直。

3. 根据权利要求 2 所述的波浪管折流栅式方形换热器，其特征是：所述的换热管的外形为波浪形，其轴线由弯曲弧度相等的圆弧组成，弯曲弧度介于 10 度～ 90 度之间，优选 60 度以下，换热管均匀分布于上管板、下管板和壳体组成的密闭空间里。

4. 根据权利要求 3 所述的波浪管折流栅式方形换热器，其特征是：两个横向折流栅和两个纵向折流栅组成一组折流栅，两个横向折流栅在水平方向上分别支撑奇数排和偶数排的换热管，两个纵向折流栅在竖直方向上分别支撑奇数列和偶数列的换热管。

5. 根据权利要求 4 所述的波浪管折流栅式方形换热器，其特征是：支撑杆直径等于波浪管间距。

6. 根据权利要求 5 所述的波浪管折流栅式方形换热器，其特征是：每组折流栅的两个横向折流栅的支撑杆分别顶在波浪管的波峰下方或压在波谷上方。

7. 根据权利要求 6 所述的波浪管折流栅式方形换热器，其特征是：折流栅与壳体之间还安装直线形换热管。

波浪管折流栅式方形换热器

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种强化换热技术领域的换热器。

背景技术

[0002] 换热设备广泛应用于能源、动力、核能、石油、制冷、化工和加工处理等工程技术领域。

[0003] 随着科技的发展和能源的短缺，设计制造出一种高效能、低能耗、低成本的换热设备对于节约能源有着重要的意义。管壳式换热器是应用最为广泛的一种换热器类型，一直以来，管壳式换热器的强化传热主要集中在管程强化和壳程强化两方面。

[0004] 在管程强化方面，通过改变换热管形状来实现强化传热是其中一个主要的方向。波浪管利用沿轴线方向正反变化的弯曲结构使管内流体在流动时产生强烈的二次流，从而起到强化换热的作用，而其弯曲结构对管外流体同样会产生扰动作用，尤其在管束密集排布时效果更为明显。

[0005] 在壳程强化方面，主要是改进壳程的支撑结构，既对管子起支撑作用，又对流体起扰动作用，藉以达到强化传热的目的。目前在换热器的支撑方面主要采用传统的弓形折流板，这种折流板加工简单，安装方便因此得到了广泛的应用。但是这种折流板主要适用于直管，而对于轴向具有弯曲结构的波浪管而言会带来穿管难度加大，加工精度提高等诸多困难，因此并不适用于波浪管换热器的壳侧支撑。

[0006] 因此，想要利用波浪管制造管壳式换热器，必须研究一种与之相适合的管束支撑结构。

[0007] 目前国内外对波浪管换热器的研究尚未充分开展，关于波浪管换热器的相关专利也寥寥无几。现有的结构设计非常简单，对波浪管的结构、在壳体内的具体布置方式和管子在管板上的排列等重要问题都没有提出明确的方案(专利号 :94225614.U)，无法满足换热器实际生产和使用的技术要求。其他概念性设计也存在换热管结构复杂、加工制造困难、难以承受高压等突出的问题，且壳侧结构无法满足水 - 水换热的设计要求，应用场合仅限于汽车废气的冷却系统(专利号 :200610165381.4)。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供具有很强的换热能力的波浪管折流栅式方形换热器。

[0009] 本发明的目的是这样实现的 :

[0010] 本发明波浪管折流栅式方形换热器，其特征是 :包括壳体、换热管、上管板、下管板，壳体、上管板、下管板组成密闭空间，上管板左侧设置密闭的上封头，下管板右侧设置密闭的下封头，上封头上设置管侧进口，下封头上设置管侧出口，换热管安装在密闭空间里，换热管的两端分别安装在上管板和下管板里，并分别连通上封头和下封头，在壳体上上管板的右方设置壳侧出口管，下管板的左方设置壳侧进口管，壳体里安装用于支撑换热管的折流栅，折流栅包括折流圈和安装在折流圈里的支撑杆，上管板和下管板之间安装用于固

定折流栅的拉杆。

[0011] 本发明还可以包括：

[0012] 1、所述的折流栅包括横向折流栅和纵向折流栅，横向折流栅的支撑杆与纵向折流栅的支撑杆的夹角为 90 度，横向折流栅的支撑杆与纵向折流栅的支撑杆均与壳体的轴向垂直。

[0013] 2、所述的换热管的外形为波浪形，其轴线由弯曲弧度相等的圆弧组成，弯曲弧度介于 10 度～ 90 度之间，换热管均匀分布于上管板、下管板和壳体组成的密闭空间里。

[0014] 3、两个横向折流栅和两个纵向折流栅组成一组折流栅，两个横向折流栅在水平方向上分别支撑奇数排和偶数排的换热管，两个纵向折流栅在竖直方向上分别支撑奇数列和偶数列的换热管。

[0015] 4、支撑杆直径等于波浪管间距。

[0016] 5、每组折流栅的两个横向折流栅的支撑杆分别顶在波浪管的波峰下方或压在波谷上方。

[0017] 6、折流栅与壳体之间还安装直线形换热管。

[0018] 本发明的优势在于：

[0019] 1. 波浪管的波浪形结构可使管内流体流动时产生强烈的二次流，从而显著强化管内换热；而对于壳侧而言，密集的波浪结构可以对壳程流体产生强烈的搅混作用，使换热大大增强；此外，当管束长度相同时，波浪管的实际长度要远大于直管长度，由此可带来换热面积的大幅提升，从而起到附加的强化作用。

[0020] 2. 波浪管的加工方法简单，不破坏换热管机械结构，对其机械性能影响较小，可以满足光滑直管所适用的工作环境；管子的波浪结构，可以通过适当的形变吸收在管子受热不均匀时产生的热应力；流体流经波浪结构时，流动方向不断改变，产生的冲刷作用可以抑制管道表面污垢的沉积，具有良好的自清洁能力。

[0021] 3. 利用折流栅作为传热管间支撑部件，使波浪管换热器的加工成本大大降低，安装工艺方便可行；相对于传统的圆形折流栅设计，本发明提出的方形折流栅对波浪管的弯曲弧度和方形壳体具有更强的适应性，使换热器结构更加紧凑；在壳程流体流经折流栅时会发生涡流流动及文丘里效应，使壳程流体获得良好的紊流状态，减少了横掠管束时的流动死区和漏流损失，强化了壳侧的换热。

[0022] 4. 利用折流栅作为传热管间支撑部件，使壳程流体介质能够沿“列管束”延伸方向流动，可显著降低壳程压降，降低了壳侧的泵功，节约能源，或允许壳程流体有较高的流速通过，在一定程度上减轻了因油污等杂质附着管壁而影响传热效果的现象，并能较好地减轻诱导振动，保证管束的牢固稳定，减少管束、管壁磨损和管子与管板联接处的应力及疲劳损坏，延长设备的正常使用寿命。

[0023] 5. 折流栅各边外侧根据实际情况需要可加焊一定数量的拉杆以起到固定折流栅和减少旁通流量的作用，并在折流栅外侧与拉杆同一排或列的剩余空间，布置一定数量的直管换热管，充分利用壳体内空间，增加换热面积，也能减少旁通流量。

附图说明

[0024] 图 1 为本发明的结构示意图；

[0025] 图 2 为波浪形换热管示意图；

[0026] 图 3 为折流栅结构示意图；

[0027] 图 4 为单根管支撑方式示意图；

[0028] 图 5 为管束部分装配 3D 示意图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图举例对本发明做更详细地描述：

[0030] 结合图 1 ～ 5，本发明的波浪管折流栅式方形换热器，包括方形壳体 1、壳侧进口管 2、壳侧出口管 3、换热管束 4、上封头 5、下封头 6、管板 7、8、横向折流栅 9D,9U、纵向折流栅 10R、10L、管侧进口 11、管侧出口 12 和拉杆 13。壳体 1 上壳的侧进口管 2 和壳侧出口管 3 采用侧进侧出形式，安装在壳侧两端靠近下封头 6 和上封头 5 的位置，沿与壳体垂直方向流入和流出壳侧空间，壳侧进口管 2 和壳侧出口管 3 之间的夹角依据安装要求可以为任意角度，管侧进口管 11 和管侧出口管 12 分别位于上封头 5 和下封头 6 的中心，换热管束依靠横向折流栅 9D,9U 和纵向折流栅 10R、10L 支撑，换热器的壳程流体和管程流体采用逆流方式进行换热。在进行热交换时，壳程流体由壳侧进口管 2 流入，在外掠管束 4 完成换热后由壳侧出口管 3 流出；管程流体由管侧进口 11 流入上封头 5，经管板 7 上的传热管接口流入管束 4，在管内完成换热后由管板 8 上的传热管接口流入下封头 6，最后由管侧出口管 12 流出换热器。

[0031] 结合附图 2 所示的波浪形换热管示意图，换热器内使用的波浪管由两端的直管段和中间的弯管段组成，其中直管段的长度略大于管板的厚度，而弯管段由若干弯曲弧度相等的圆弧组成，弯曲弧度一般在 60° 以下。波浪管的弯管段分为若干周期，每一周期内包括一个正向弯曲的圆弧结构和一个反向弯曲的圆弧结构，且所有的圆弧结构处于同一平面内。波浪管可通过弯管机械对光管进行多次弯曲加工得到。

[0032] 结合附图 3 所示的折流栅结构示意图，折流栅由外围的折流圈和中间的支撑杆组成，折流栅四块为一组支撑，分为两块横向折流栅 9D,9U 和纵向折流栅 10R、10L，每块折流栅的结构及尺寸由管束的实际排布情况决定，折流圈形式分为杆式、板式、带式，多为圆环结构，可有棒材或板材机械加工而成；本发明设计了方形折流圈，方形结构更能适应波浪管存在的弧度和方形壳体结构，使换热器更加紧凑；支撑杆通过焊接固定在折流圈上，相邻折流栅用拉杆固定。

[0033] 结合附图 4 所示的单根管支撑方式示意图，横向折流栅的支撑杆与波浪管弯曲圆弧所在的平面垂直，纵向折流栅的支撑杆与波浪管弯曲圆弧所在的平面平行，两块横向折流栅的支撑杆顶在波浪管的波峰下方，或压在波谷上方，分别提供奇数管排和偶数管排的水平支撑，另两块纵向折流栅中的折流杆分别提供奇数管排和偶数管排的竖直支撑，保证每根波浪管能被四块折流栅的四根折流杆从四个方向将其牢牢固定。

[0034] 结合附图 5 所示管束部分装配 3D 示意图，装配时先在一侧固定管板上布置波浪管管束、直管换热管及拉杆，再将折流圈套入管束，通过拉杆焊接固定，从换热管束的多个方向插入支撑杆，然后将支撑杆与折流圈焊接组成折流栅。用支撑杆去穿插已定位的波浪管，使波浪管折流栅式换热器的组装变得简便易行；在折流栅各边外侧装有拉杆，这样不但可以对折流栅起到固定作用，而且填补了管束周围的壳程空间，减少了旁通流量，同时布置在

折流栅外侧的直管换热管增加了壳内空间的利用率，增加换热面积，使换热器的换热能力有了进一步的提升。

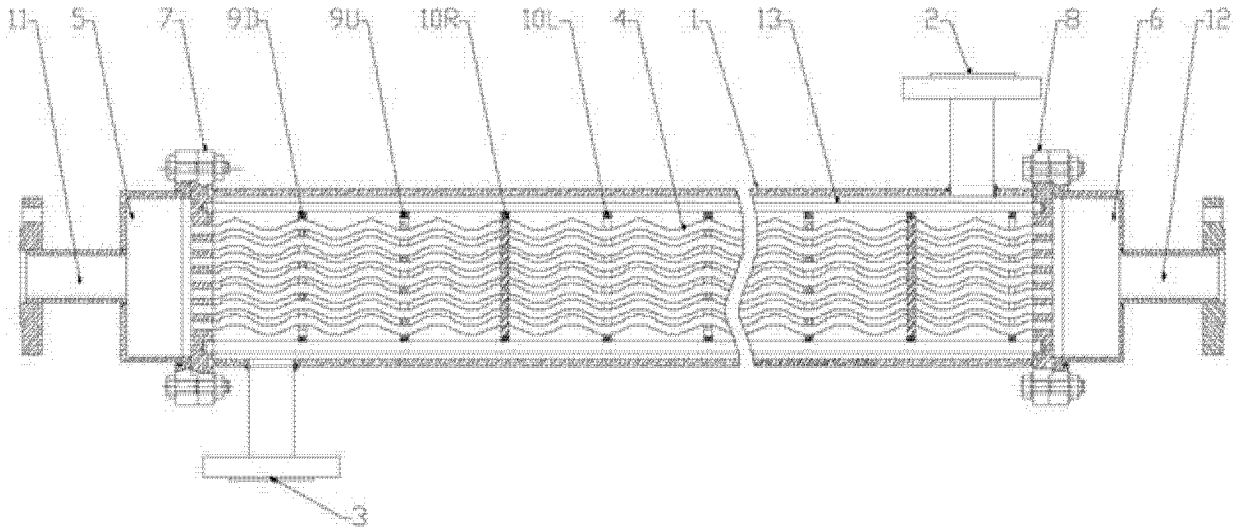


图 1



图 2

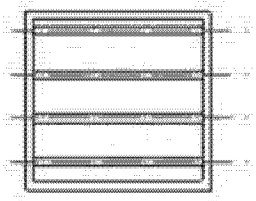


图 3

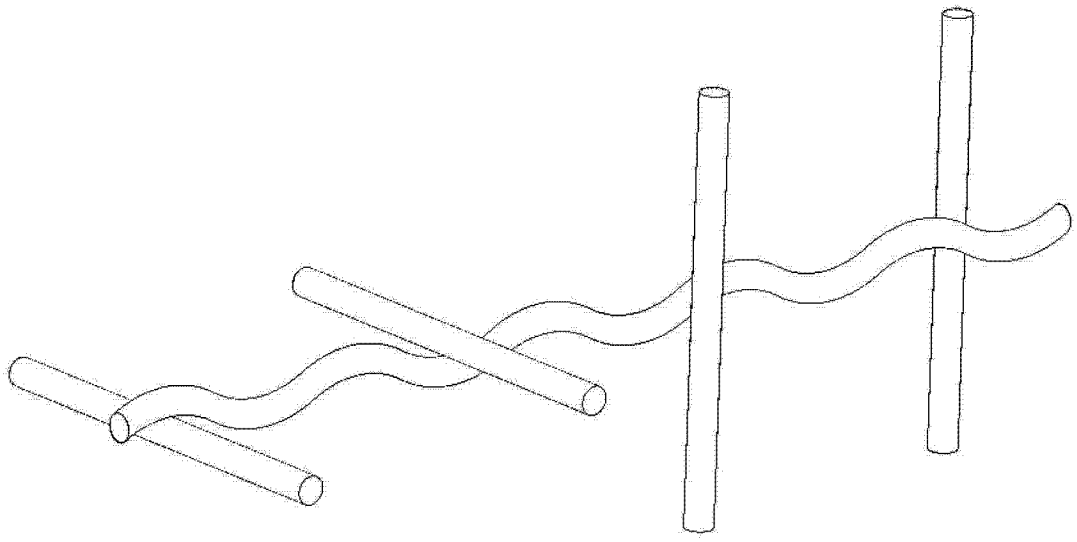


图 4

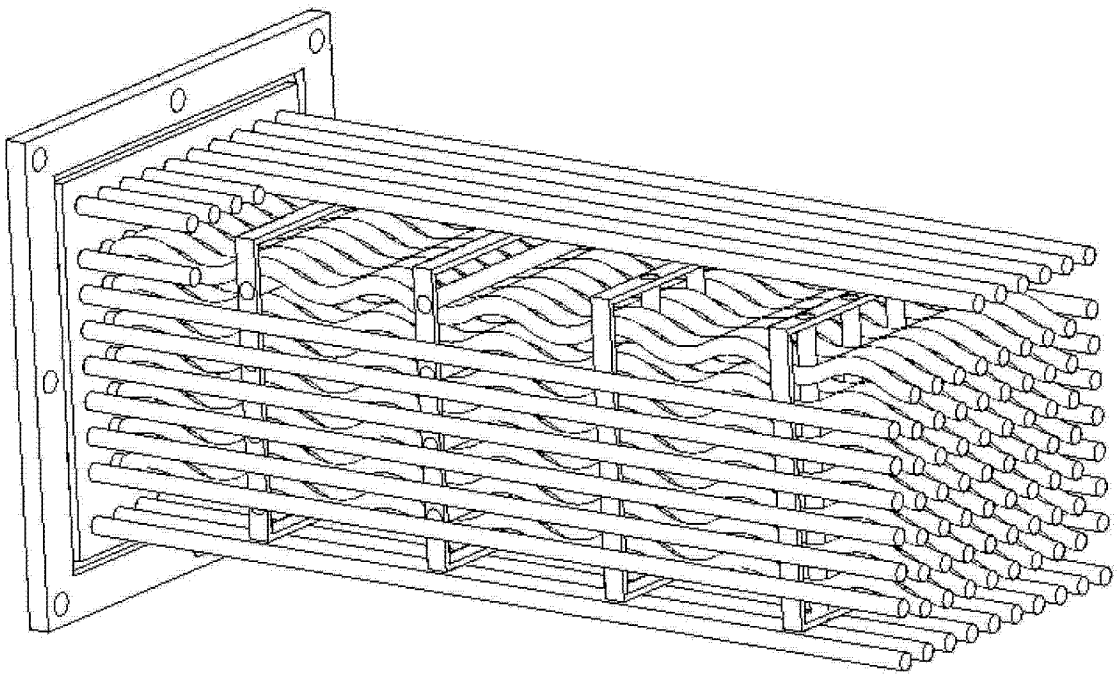


图 5